

# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕЙМИФИЦИРОВАННОЙ АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ НА PYTHON С БЛОКЧЕЙН-СЕРТИФИКАЦИЕЙ ДОСТИЖЕНИЙ

## APPLICATION OF A GAMIFIED ADAPTIVE LEARNING MODEL FOR PYTHON PROGRAMMING WITH BLOCKCHAIN CERTIFICATION OF ACHIEVEMENTS

**A. Gerasimov**

*Summary.* Objective: development and testing of a gamified adaptive Python programming learning model that integrates blockchain technologies for certification of educational achievements, which allows to increase motivation and engagement of students, as well as to ensure the formation of a verifiable digital portfolio.

*Method:* analysis of scientific publications, design of a gamified adaptive learning model for Python programming using blockchain certification of achievements.

*Result:* a gamified adaptive Python programming learning model with blockchain certification of achievements has been developed, providing increased motivation, engagement, and transparency in recording educational outcomes.

*Conclusions:* the proposed model demonstrates the potential to increase student motivation and engagement, provides transparency in recording educational outcomes through blockchain certification, and can be used in university, corporate, and online learning.

*Keywords:* gamification, adaptive learning, programming, Python, blockchain, digital portfolio, educational technologies, NFT certification, decentralized systems, student motivation.

**Герасимов Антон Владимирович**

Старший преподаватель,  
Федеральное Государственное Бюджетное  
Образовательное Учреждение Высшего Образования  
Тольяттинский государственный университет  
antgerasimov01@gmail.com

*Аннотация.* Цель: разработка геймифицированной адаптивной модели обучения программированию на языке Python, интегрирующей блокчейн-технологии для сертификации образовательных достижений, что позволяет повысить мотивацию и вовлеченность обучающихся, а также обеспечить формирование верифицируемого цифрового портфолио.

*Метод:* анализ научных публикаций, проектирование геймифицированной адаптивной модели обучения программированию на Python с использованием блокчейн-сертификации достижений.

*Результат:* разработана геймифицированная адаптивная модель обучения программированию на Python с блокчейн-сертификацией достижений, обеспечивающая повышение мотивации, вовлеченности и прозрачности фиксации образовательных результатов.

*Выходы:* предложенная модель демонстрирует потенциал повышения мотивации и вовлеченности обучающихся, обеспечивает прозрачность фиксации образовательных результатов за счёт блокчейн-сертификации и может использоваться в университете, корпоративном и онлайн-обучении.

*Ключевые слова:* геймификация, адаптивное обучение, блокчейн, цифровое портфолио, образовательные технологии, NFT-сертификация.

Современные подходы к обучению программированию сталкиваются с рядом проблем, связанных с низкой мотивацией обучающихся, высоким уровнем отсева на начальных этапах и отсутствием объективных механизмов фиксации и верификации образовательных достижений. Несмотря на наличие широкого спектра онлайн-курсов и образовательных платформ (Stepik, Coursera, Codecademy и др.), значительная часть студентов бросает обучение, не достигая устойчивого результата [1; 2].

Одним из перспективных направлений решения обозначенных проблем выступает геймификация образовательного процесса, которая за счёт внедрения игровых механик (уровни, бейджи, рейтинги, челленджи) повышает вовлеченность и стимулирует формирование устойчивой учебной мотивации. Дополнительный

эффект достигается при использовании адаптивных систем обучения, позволяющих подбирать задания и траекторию освоения материала в соответствии с уровнем подготовки обучающегося, его индивидуальными особенностями и динамикой прогресса.

Не менее актуальной задачей является обеспечение прозрачности и верифицируемости образовательных результатов. В последние годы в образовательной практике активно исследуются возможности применения блокчейн-технологий для сертификации компетенций и создания цифрового портфолио. Децентрализованные системы позволяют фиксировать результаты обучения в неизменяемом реестре, исключая возможность их фальсификации и обеспечивая признание цифровых сертификатов в академической и профессиональной среде.

### Современные подходы к цифровизации и адаптивному обучению программированию

В последние годы вопросы цифровизации образовательного процесса становятся ключевыми в мировой практике. Особенно активно цифровые технологии внедряются в области программирования, где наблюдается постоянный рост спроса на специалистов и одновременно фиксируется высокая сложность обучения для новичков. В этой связи возникает необходимость в создании гибких образовательных инструментов, способных обеспечивать как массовое, так и персонализированное обучение.

Одним из наиболее перспективных направлений выступает геймификация образовательного процесса. Использование игровых механик — системы уровней, очков опыта, бейджей, лидербордов и челленджей — позволяет формировать у обучающихся устойчивый интерес к изучению языка программирования и снижать процент отсева на ранних этапах обучения. Практика показывает, что игровые элементы стимулируют не только индивидуальную активность, но и развитие навыков командной работы, конкуренции и самоорганизации. Таким образом, геймификация становится эффективным средством повышения мотивации студентов.

Наряду с геймификацией стремительное развитие методов машинного обучения и интеллектуального анализа данных способствовало появлению адаптивных образовательных систем. Их ключевая особенность заключается в построении индивидуальных траекторий обучения на основе текущего уровня знаний студента, скорости освоения материала и результатов промежуточных тестов. Одним из наиболее распространённых формальных подходов, применяемых в адаптивном обучении, является Item Response Theory (IRT), позволяющий количественно описывать вероятность успешного выполнения заданий различной сложности (рис. 1).

Применение таких моделей в курсах по Python позволяет избежать перегрузки начинающих студентов и одновременно стимулировать продвижение более подготовленных обучающихся.

Особое значение в последние годы приобретает проблема надёжной фиксации образовательных результатов. В данном контексте всё большее внимание привлекают блокчейн-технологии, обеспечивающие прозрачность, неизменность и верифицируемость записей. На практике уже реализованы pilotные проекты (MIT, Open University, инициативы на базе Hyperledger Fabric), где блокчейн применяется для хранения цифровых сертификатов компетенций. Такой подход открывает возможности для создания цифрового портфолио обучающегося, которое может использоваться при академической аттестации и профессиональном трудоустройстве.

Совмещение геймификации, адаптивных механизмов и блокчейн-сертификации формирует новое направление развития образовательных технологий. С одной стороны, интеграция игровых элементов и адаптивных алгоритмов обеспечивает рост вовлечённости и результативности студентов, с другой — блокчейн создаёт условия для объективной оценки компетенций и долговременного хранения результатов. Применительно к курсам по Python такая модель представляется особенно актуальной, учитывая популярность языка и его роль как базового инструмента в области программирования, анализа данных и искусственного интеллекта.

### Методология и архитектура предлагаемой модели

Предлагаемая модель обучения программированию на Python строится на интеграции трёх ключевых компонентов: геймификации, адаптивного подбора заданий и блокчейн-сертификации достижений. Такая комбинация позволяет одновременно решать задачи повышения вовлечённости обучающихся, индивидуализации траекторий обучения и объективной фиксации результатов.

В рамках платформы реализована система игровых механик, включающая уровни, очки опыта, бейджи и челленджи. Задания различаются по сложности и приносят различное количество баллов. Дополнительно учитываются такие факторы, как время решения, количество использованных подсказок и последовательность успешных попыток (серии). Накопленные баллы

#### Item Response Theory (IRT) в адаптивном обучении

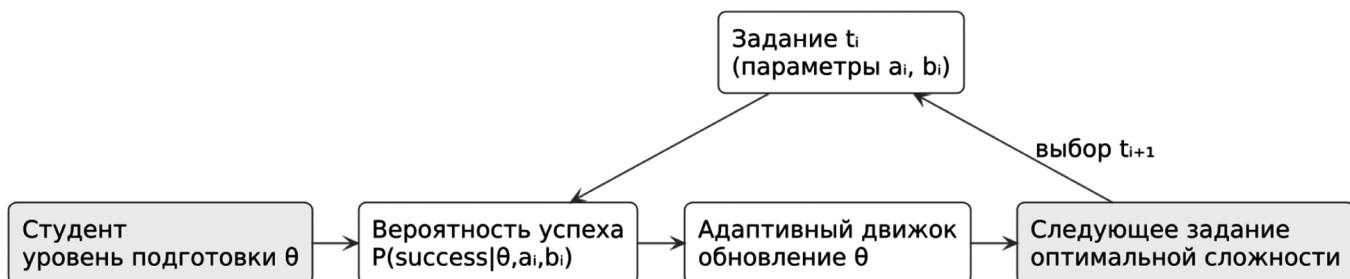


Рис. 1. Логика адаптивного обучения на основе Item Response Theory

влияют на уровень обучающегося и открывают доступ к новым задачам и проектам. Такая система способствует формированию устойчивой мотивации и удержанию студентов в образовательной среде.

Адаптивность обеспечивается с помощью моделей Item Response Theory (IRT) (см. формулу (1)), которые позволяют вычислять вероятность успешного выполнения конкретного задания студентом с заданным уровнем компетенции. При этом сложность и дискриминация заданий задаются параметрами модели. После каждой попытки параметры компетентности обучающегося обновляются, что позволяет динамически подстраивать траекторию обучения.

Формально вероятность успешного выполнения задания  $t_i$  студентом с уровнем подготовки  $\theta$  выражается как:

$$P(\text{success}_i|\theta) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta - b_i)}} \quad (1)$$

где  $a_i$  — коэффициент дискриминации,  $b_i$  — параметр сложности.

На практике это позволяет выдавать студенту задания оптимальной сложности: слишком простые не предлагаются, а слишком сложные откладываются до достижения необходимого уровня подготовки.

Функционирование предлагаемой модели строится на поэтапном взаимодействии трёх уровней — пользователя, образовательной платформы и блокчейн-системы (рис. 2).

На рисунке 2 представлена общая концептуальная схема функционирования геймифицированной адаптивной модели обучения Python с блокчейн-сертификацией достижений. Она включает три ключевых уровня:

- пользовательский;
- платформенный;
- блокчейн-уровень.

Каждый из уровней выполняет собственные задачи, но вместе они образуют замкнутый цикл: обучаемый получает задание и решает его в онлайн-среде (уровень пользователя), результаты автоматически анализируются и обрабатываются адаптивным движком платформы с учётом индивидуальной траектории и игровых механик (уровень платформы), а ключевые достижения фиксируются в децентрализованном реестре, формируя цифровое портфолио обучающегося (уровень блокчейн-сертификации). Такой переход от одного уровня к другому обеспечивает непрерывность образовательного процесса, прозрачность его результатов и объективность фиксации компетенций.

Структурная схема функционирования модели приведена на рисунках ниже. Она отражает взаимодействие основных компонентов:

- уровня пользователя (рис. 3);
- платформы обучения (рис. 4);
- блокчейн-модуля (рис. 5).

Уровень пользователя представлен веб-интерфейсом и встроенной онлайн-IDE для написания и тестирования программ на Python. Основные функции данного уровня включают выдачу учебных заданий, выполнение кода в безопасной среде и получение обратной связи. Дополнительно реализованы игровые механики, а именно начисление очков опыта, присвоение бейджей и продвижение по уровням. Такой подход обеспечивает высокую вовлечённость студентов и поддерживает их мотивацию на протяжении всего курса. Таким образом, пользовательский уровень обеспечивает взаимодействие обучающегося с системой и формирует первичный поток данных о его действиях. Данные далее обрабатываются на уровне платформы (рис. 4), где сосредоточены механизмы адаптации, проверки и управления образовательным процессом.

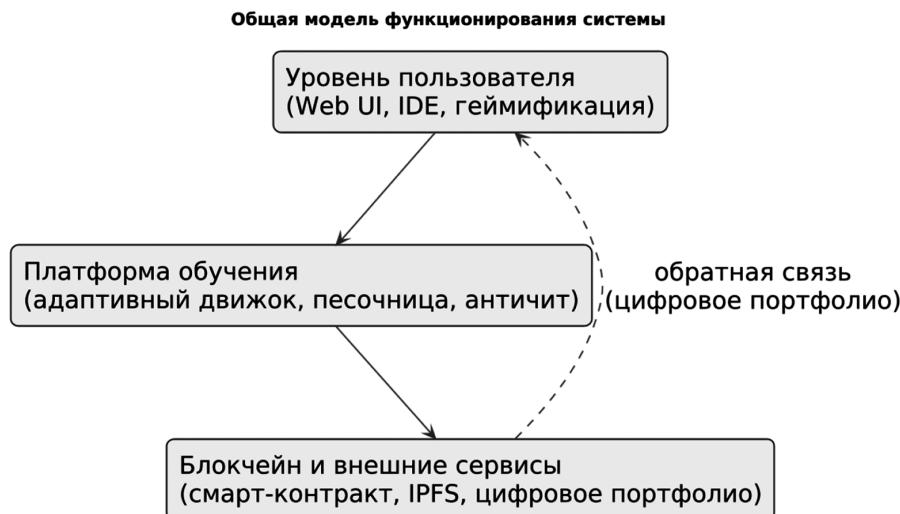


Рис. 2. Концептуальная схема функционирования модели обучения Python



Рис. 3. Уровень пользователя (горизонтальный pipeline)

На уровне платформы обучения сосредоточена основная логика системы. Ключевым компонентом является адаптивный движок, реализующий модели Item Response Theory (IRT), Bayesian Knowledge Tracing (BKT) и контекстные бандитные алгоритмы для индивидуализации траектории обучения. Задачи выполняются в песочнице (Sandbox Runner), что обеспечивает безопасное выполнение кода с ограничениями по ресурсам. Для по-

вышения объективности предусмотрен античит-модуль, выявляющий плагиат и аномальные решения. Данные обрабатываются через API-шлюз, сохраняются в реляционной базе данных (PostgreSQL) и объектном хранилище (MinIO/IPFS), а также синхронизируются посредством брокера сообщений (Redis/RabbitMQ). Уровень обеспечивает адаптивность, масштабируемость и надежность функционирования всей системы. Таким образом, платформа обучения выполняет роль центрального звена модели, где происходит адаптивный подбор заданий, обработка решений и реализация геймификационных механизмов. Однако для обеспечения прозрачности и объективной фиксации ключевых результатов необходим следующий шаг — их передача на уровень блокчейн-сертификации (рис. 5), где достижения обучающихся закрепляются в децентрализованном реестре и становятся доступными для внешней верификации.

Заключительный уровень отвечает за сертификацию образовательных достижений. Через специальный сервис (Issuer) в смарт-контракт (Ethereum ERC-721 либо Hyperledger Fabric) вносятся записи о достижениях обучающегося. Метаданные (компетенции, результаты, бейджи) фиксируются в IPFS и связываются с уникальным



Рис. 4. Платформа обучения (внутренняя архитектура)



Рис. 5. Блокчейн и внешние сервисы (сертификация и верификация)

токеном, формирующим цифровое портфолио студента. Верификация сертификатов доступна внешним заинтересованным сторонам (работодателям, HR-службам, LMS-платформам), что гарантирует прозрачность и доверие к полученным результатам. Таким образом, блокчейн-уровень обеспечивает долговременную сохранность данных, их верифицируемость и независимость от конкретной образовательной платформы.

### Практические рекомендации по использованию модели

Разработанная геймифицированная адаптивная модель обучения программированию на Python с блокчейн-сертификацией достижений обладает высоким потенциалом интеграции в образовательную практику. С учётом её структуры и возможностей целесообразно выделить следующие направления использования:

- университетское обучение. Рекомендуется интегрировать модель в курсы программирования в вузах в качестве дополнения к существующим LMS (Moodle, Canvas, Open edX). Использование геймификации позволит повысить мотивацию студентов, а блокчейн-сертификация — формировать цифровое портфолио для дальнейшего трудоустройства;
- онлайн-образование и массовые курсы. При организации МООС модель может применяться как самостоятельная платформа или как часть онлайн-курсов по Python. Адаптивный подбор заданий обеспечит индивидуализацию траекторий для широкого круга обучающихся, а NFT-сертификаты повысят доверие к результатам;
- корпоративное обучение. Для повышения квалификации сотрудников в организациях модель может использоваться при освоении Python для анализа данных, автоматизации и задач искусственного интеллекта. Блокчейн-сертификация достижений позволит HR-службам объективно подтверждать полученные компетенции;
- дополнительное образование и школы. Модель может внедряться в кружки и курсы программирования для школьников. Геймификационные элементы способствуют формированию устойчи-

вой мотивации, а цифровое портфолио обучающихся может учитываться при поступлении в высшие учебные заведения.

Таким образом, предлагаемая модель может рассматриваться как универсальное решение, применимое в различных образовательных и профессиональных контекстах — от университетских дисциплин до школьных курсов и корпоративных тренингов, обеспечивая адаптивность учебного процесса, повышение мотивации и прозрачность фиксации образовательных результатов.

### Заключение

В статье рассмотрена концептуальная геймифицированная адаптивная модель обучения программированию на языке Python с использованием блокчейн-сертификации образовательных достижений:

- 1) показано, что интеграция геймификационных элементов, алгоритмов адаптивного подбора заданий и блокчейн-технологий позволяет сформировать целостную образовательную платформу, ориентированную на повышение мотивации и вовлечённости обучающихся;
- 2) описана архитектура модели, включающая три уровня: пользовательский, платформенный и блокчейн-уровень. Каждый из них выполняет собственные функции, обеспечивая взаимодействие между студентом, образовательной системой и централизованным механизмом сертификации;
- 3) определены практические направления использования модели в университете, онлайн- и корпоративном обучении, а также в дополнительном образовании;
- 4) подчёркнута новизна подхода, связанная с применением блокчейн-сертификации для формирования цифрового портфолио обучающегося.

Таким образом, предложенная модель может рассматриваться как перспективное направление развития цифровых образовательных технологий. В дальнейших исследованиях планируется апробация разработанного подхода и оценка его эффективности в реальных образовательных условиях.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гнатик Е.Н. Геймификация как нарастающий тренд в сфере высшего образования: перспективы и проблемы // Вопросы философии. — 2023. — № 6. — С. 116–123.
2. Му Цзянмин. Обзор актуальных исследований применения геймификации в российских гуманитарных вузах // Управление образованием: теория и практика. — 2025. — Т. 15, № 2–1. — С. 294–301.
3. Петенко А.В. Исследование места технологии блокчейн в высшем образовании // Киберленника. — 2021. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-mesta-tehnologii-blokcheyn-v-vysshem-obrazovanii> (дата обращения: 01.09.2025)
4. Токтарова В.И. Технология блокчейн в системе высшего образования: возможности и перспективы внедрения // CyberLeninka. — 2023. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-blokcheyn-v-sisteme-vysshego-obrazovaniya-vozmozhnosti-i-perspektivy-vnedreniya> (дата обращения: 21.08.2025)
5. Шамсутдинова Т.М. Применение технологии блокчейн для выдачи цифровых дипломов и сертификатов: анализ перспектив // Российское образование в OpenEdu REA. — 2018. — URL: <https://openedu.rea.ru/jour/article/view/577> (дата обращения: 05.09.2025)